

PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE DI KAWASAN JALAN RAYA BENJENG – JALAN RAYA KEDUNG RUKEM KABUPATEN GRESIK

Alfi Nurul Hidayah¹, Agus Suhardono², Mohamad Zenurianto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

alfinh26@gmail.com¹, agussuhardono66@gmail.com², mzenurianto@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Drainase jalan diperlukan agar tidak terjadi genangan seperti pada Jalan Raya Benjeng – Jalan Raya Kedung Rukem. Genangan terjadi akibat pembangunan saluran drainase yang tidak merata sehingga jalan menjadi rusak dan mengganggu aktivitas masyarakat. Saluran drainase yang ada tidak dapat menampung besarnya limpasan air hujan. Untuk meminimalisir masalah tersebut maka dirancang ulang saluran drainase yang berwawasan lingkungan, mengevaluasi aspek hidrolis bangunan drainase, dan menghitung biaya konstruksi. Data yang dibutuhkan yaitu peta topografi, data hujan dari 3 stasiun terdekat: Balongpanggung, Benjeng, dan Menganti tahun 2010 sampai 2019, dan harga satuan pokok kegiatan (HSPK) Kabupaten Gresik tahun 2021. Data diolah dengan menggunakan metode *Gumbel I*, uji kesesuaian dengan metode *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov* dengan kala ulang 5 tahun, intensitas hujan dengan metode *Mononobe* dan debit banjir rancangan dengan metode *Rasional*. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 78,696 mm/hari; debit banjir rancangan sebesar 2,5045 m³/detik; drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan dengan dimensi 1 meter dengan kedalaman 2 meter; dimensi saluran terkecil 0,6 meter x 0,8 meter dan dimensi terbesar 1,2 meter x 1,2 meter; biaya konstruksi sebesar Rp18.788.579.985,46; dan durasi pembangunan 149 hari.

Kata kunci : perencanaan ulang, genangan, saluran drainase

ABSTRACT

Road drainage is needed so that inundation does not occur, such as on Jalan Raya Benjeng - Jalan Raya Kedung Rukem. Inundation occurs due to uneven construction of drainage channels so that roads become damaged and disrupt community activities. The existing drainage channels cannot accommodate the large amount of rainwater runoff. To minimize these problems it was redesigned environmentally sound drainage channels, evaluating the hydraulic aspects of drainage structures, and calculating construction costs. The data needed are topographical maps, rain data from the 3 nearest stations: Balongpanggung, Benjeng, and Menganti from 2010 to 2019, and the main activity unit price (HSPK) of Gresik Regency in 2021. The data is processed using the Gumbel method I, suitability test with the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods with a 5-year return period, rain intensity with the Mononobe method and design flood discharge with the Rational method. The calculation results obtained design rainfall of 78.696 mm/day; design flood discharge of 2.5045 m³/second; environmentally sound drainage using infiltration wells with dimension 1 meters with a depth of 2 meters; the smallest channel dimensions are 0.6 meters x 0.8 meters and the largest dimensions are 1.2 meters x 1.2 meters; construction costs of IDR 18,788,579,985.46; and construction duration of 149 days.

Keywords : re-planning; inundation; drainage channels

1. PENDAHULUAN

Curah hujan dengan intensitas tinggi yang mengguyur wilayah Gresik, Sabtu malam (12/12/2020) telah mengakibatkan berbagai permasalahan di beberapa Kecamatan, termasuk di Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik. Kecamatan Benjeng yang memiliki luas wilayah 6.128,43 Ha sebagian besar wilayah Kecamatan Benjeng

difungsikan sebagai tanah sawah, pekarangan atau halaman, tegal atau kebun, tempat permukiman dan usaha. Mata pencaharian penduduk Kecamatan Benjeng sebagian besar adalah petani, dari jumlah penduduk yang bekerja hampir 50% menjadi petani.

Seiring bertambahnya jumlah penduduk kawasan Jalan Raya Benjeng, di kawasan tersebut yang sebelumnya

banyak area peresapan sekarang menjadi kawasan permukiman dan komersial, sehingga menimbulkan dampak yang besar pada aliran permukiman dan menambah debit aliran pada saluran drainase. Menurut peta banjir yang diterbitkan oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Gresik, Kecamatan Benjeng memiliki beberapa titik banjir salah satunya yaitu di kawasan Jalan Raya Benjeng.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan dimensi saluran drainase yang dapat menampung debit limpasan pada ruas Jalan Raya Benjeng – Jalan Raya Kedung Rukem supaya tidak lagi terjadi genangan yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat.

2. METODE

Data Curah Hujan

Data hujan yang digunakan yaitu curah hujan harian maksimum tahunan dari minimal berasal dari tiga stasiun hujan yang mempengaruhi atau berada di sekitar lokasi yang diteliti dengan jangka waktu minimal 10 tahun terakhir.

Uji Konsistensi

Uji konsistensi data dilakukan untuk mengetahui kebenaran data curah hujan. Uji konsistensi dapat dilakukan dengan metode kurva massa ganda dengan langkah berikut:

- Menentukan stasiun dasar dan pembanding
- Menghitung kumulatif data curah hujan tiap tahun pada stasiun dasar lalu plot ke kurva massa ganda
- Menghitung rata-rata data curah hujan tahunan pada stasiun pembanding, lalu hitung kumulatif data rata-rata kemudian plot ke kurva massa ganda
- Mengecek kurva massa ganda apabila terjadi patahan pada garis linier maka hitung nilai MI dan M2 yang didapat dari perhitungan regresi linear

$$M = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (1)$$

$$F = \frac{M1}{M2} \quad (2)$$

- Mengalikan data yang dikoreksi dengan faktor koreksi lalu membuat grafik kembali hingga tidak terjadi patahan

Curah Hujan Daerah

Menggunakan metode rata-rata aljabar untuk daerah topografi yang rata atau datar dengan luas wilayah DAS < 500 km². Berikut rumus metode Aljabar:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (3)$$

keterangan:

$$P = \text{tinggi curah hujan (mm)}$$

$P_1, P_2, \dots + P_n$ = curah hujan yang tertakar pada pos (mm)

n = jumlah stasiun pengukur hujan

Distribusi Curah Hujan Rancangan

Distribusi curah hujan dapat dilakukan dengan metode *Gumbel* atau *Log Pearson III*.

Tabel 1. Nilai Cs dan Ck sesuai dengan nilai distribusi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1	<i>Gumbel Type I</i>	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002
2	<i>Log Pearson III</i>	Cs ≠ 0

(Sumber: Soemarto, 1999)

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (4)$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (5)$$

keterangan:

Cs = koefisien kepercengan

Ck = koefisien kepuncakan

\bar{X} = rerata data hujan (mm)

X = data hujan (mm)

S = standar deviasi

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi diperlukan untuk mengukur tingkat kesesuaian distribusi serangkaian data hujan dengan distribusi teoritis tertentu.

- Metode *Smirnov-Kolmogorov*

$$|\Delta P| = P_{\text{empiris}} - P_{\text{teoritis}} \quad (6)$$

- Metode *Chi - Square*

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode Uji *Chi - Square* adalah sebagai berikut:

$$X^2 \text{ Hit} = \frac{\sum (X_{\text{empiris}} - X_{\text{teoritis}})^2}{X_{\text{teoritis}}} \quad (7)$$

keterangan:

$X^2 \text{ Hit}$ = parameter *Chi-Square*

X_{empiris} = X berdasarkan kertas distribusi

X_{teoritis} = X berdasarkan teoritis

Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan kederasan hujan per satuan waktu. Menurut Suripin (2004) jika data hujan yaitu data harian, perhitungan menggunakan rumus *Mononobe*:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (8)$$

keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/hari)

t_c = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Berikut adalah rumus untuk menghitung waktu konsentrasi (t_c). Langkah awal dalam perhitungan t_c yaitu dengan lebih dahulu menghitung waktu air mengalir di area limpasan.

$$t_c = t_0 + t_d \quad (9)$$

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167} \quad (10)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60v} \quad (11)$$

keterangan:

t_0 = waktu air hujan masuk ke saluran (menit)

n_d = koefisien hambatan (*Manning*)

S = kemiringan lahan (%)

L_0 = panjang lintasan aliran pada permukaan lahan (m)

t_c = waktu konsentrasi hujan (jam)

t_d = waktu air dari hulu sampai ke hilir saluran (menit)

L_s = panjang lintasan aliran dalam saluran (m)

v = kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)

Debit Banjir Rancangan

Menggunakan metode Rasional dengan rumus:

$$Q = 0,2778 \times C \times I \times A \quad (12)$$

keterangan:

Q = debit banjir rancangan ($m^3/detik$)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (hektar)

Debit Air Limbah

Air limbah domestik adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik dari aktivitas dapur, kamar mandi, atau cuci baik dari lingkungan rumah tinggal, bangunan umum atau instansi, bangunan komersial dan sebagainya. Rumus air limbah yang dibuang tiap saluran yaitu:

$$Q = Pn \times W \quad (13)$$

keterangan:

Pn = jumlah penduduk

W = debit air buangan perorangan

Debit Resapan

Debit resapan merupakan banyaknya volume air yang dapat meresap ke dalam tanah melalui bangunan resapan tiap satuan waktu. Rumus untuk menghitung debit resapan yaitu:

$$Q_0 = \frac{2\pi LKH}{\ln\left(\frac{L}{R} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{R}\right)^2}\right)} \quad (14)$$

keterangan:

Q_0 = debit resapan ($m^3/detik$)

R = jari-jari sumur (m)

H = tinggi muka air dalam sumur (m)

K = koefisien permeabilitas (m/detik)

Perencanaan Dimensi Saluran

Perencanaan dimensi saluran menggunakan rumus aliran seragam dengan asumsi memiliki kecepatan konstan terhadap jarak. Rumus unsur-unsur geometris penampang persegi sebagai berikut:

$$A = B \times h \quad (15)$$

$$P = B + 2h \quad (16)$$

$$R = \frac{B \times h}{B + 2h} \quad (17)$$

keterangan:

A = luas penampang saluran (m^2)

P = keliling basah saluran (m)

R = jari-jari hidrolis (m)

Perhitungan dimensi menggunakan rumus Manning:

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (18)$$

keterangan:

v = kecepatan aliran (m/detik)

n = koefisien kekasaran *Manning*

R = jari-jari hidrolis (m)

R = kemiringan dasar saluran

Inlet

Street Inlet adalah bangunan pelengkap pada saluran drainase yang berarti bukaan/lubang di sisi-sisi jalan yang berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan yang berada sepanjang jalan menuju ke saluran drainase. Berikut rumus yang digunakan yaitu:

$$Q_g = 0,67 \times A_g \times (2 \times g \times d_g)^{0,5} \quad (19)$$

$$d_g = S_x \times T \quad (20)$$

$$A_g = \frac{Q_g}{0,67 [(2 \times g) \times S_x \times T]^{0,5}} \quad (21)$$

keterangan:

Q_g = kapasitas tangkap *gutter inlet* ($m^3/detik$)

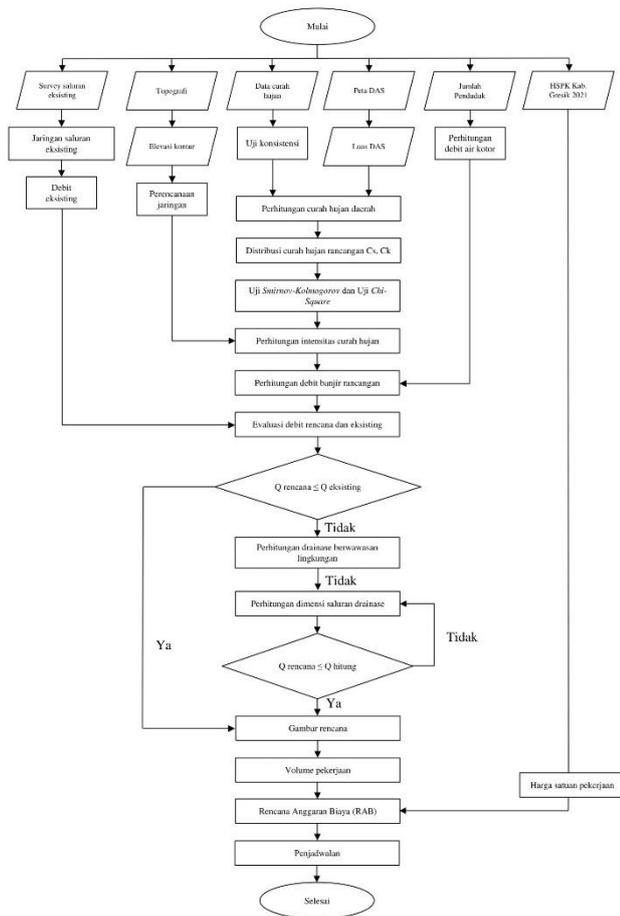
A_g = luas ruang terbuka kisi (m^2)

d_g = kedalaman genangan rerata di bahu jalan (m)

S_x = kemiringan melintang bahu jalan

T = lebar genangan

Diagram alir metode evaluasi dan perencanaan sistem drainase dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Flowchart Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan saluran drainase ini dilaksanakan pada daerah ruas Jalan Raya Benjeng – Jalan Raya Kedung Rukem, Kecamatan Benjeng, Kabupaten Gresik. Berada di wilayah selatan Kabupaten Gresik, tepatnya arah Barat Daya dari Gresik kota yang berjarak sekitar 28 km. Jalan ini membentang sepanjang ±4 km dengan koordinat 7°15'41,35" S 112°30'10,86" E – 7°15'55,65" S 112°28'23,63" E.

Kondisi Eksisting

Seiring bertambahnya jumlah penduduk kawasan Jalan Raya Benjeng, di kawasan tersebut yang sebelumnya banyak area peresapan sekarang menjadi kawasan permukiman dan komersial, sehingga menimbulkan dampak yang besar pada aliran permukiman dan menambah debit aliran pada saluran drainase.

Jalan Raya Benjeng – Jalan Raya Kedung Rukem sudah memiliki drainase di kedua sisi jalan. Hanya saja di beberapa titik kondisi saluran tidak terawat dan ada dinding saluran yang sudah roboh hingga perlu dilakukan perbaikan.

Selain itu akhir-akhir ini di wilayah tersebut sering terjadi genangan yang disebabkan karena penyumbatan saluran drainase oleh sampah yang menumpuk akibat pembuangan sampah sembarangan. Di sisi yang lain pada beberapa saluran drainase tersumbat oleh sedimen dan tumbuhan liar yang mengakibatkan air pada saluran drainase lebih mudah meluap di sepanjang jalan raya.

Tabel 2. Kondisi Eksisting Saluran

STA	Kondisi Saluran	Foto
0+000 – 0+100	Kondisi saluran rusak terdapat banyak sampah dan batuan	
0+200 – 0+300	Kondisi saluran terdapat banyak sampah dan tumbuhan	
2+900 – 3+000	Kondisi saluran terdapat banyak sampah dan tumbuhan	
3+900 – 4+000	Kondisi saluran terdapat banyak sampah dan tumbuhan	

Data Hujan

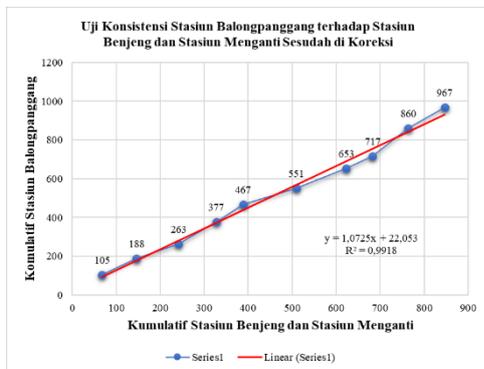
Data diambil dari stasiun yang mengelilingi dan dekat dengan lokasi studi. Stasiun hujan tersebut antara lain stasiun Balongpanggung, stasiun Benjeng, dan stasiun Menganti. Data yang dipakai adalah data curah hujan maksimum harian dari tahun 2010 sampai 2019.

Uji Konsistensi

Uji konsistensi stasiun Balongpanggung terhadap stasiun Benjeng dan stasiun Menganti menunjukkan terjadi patahan pada grafik. Oleh karena itu perlu dilakukan koreksi. Koreksi dilakukan pada garis M2 yaitu data tahun 2015 sampai 2010.

Tabel 3. Uji Konsistensi Data Hujan Stasiun Balongpanggung terhadap Stasiun Benjeng dan Stasiun Menganti Sesudah Dikoreksi

Tahun	Curah Hujan Maksimum Setahun (d) (mm)				Rata-rata STA Benjeng dan STA Menganti	Kum STA Benjeng dan STA Menganti
	dy STA Balongpanggung	Kum dy STA Balongpanggung	STA Benjeng	STA Menganti		
2019	105	105	85	51	68	68
2018	83	188	116	40	78	146
2017	75	263	111	80	96	242
2016	114	377	82	90	86	328
2015	90	467	82	40	61	389
2014	84	551	112	130	121	510
2013	102	653	98	128	113	623
2012	64	717	53	67	60	683
2011	143	860	89	73	81	764
2010	107	967	90	76	83	847



Gambar 2. Grafik Kurva Massa Ganda Stasiun Balongpanggung terhadap Stasiun Benjeng dan Stasiun Menganti Sesudah Dikoreksi

Karena grafik sudah terlihat lurus dan nilai R^2 pada grafik tersebut telah mencapai nilai 0,9918 maka tidak perlu dilakukan koreksi kembali.

Curah Hujan Daerah

Data yang digunakan didapat dari data hujan maksimum dari tiga stasiun yang digunakan. Untuk data hujan pada tahun yang tidak konsisten, data yang digunakan yaitu data hasil dikoreksi dalam uji konsistensi.

Tabel 4. Curah Hujan Maksimum

Tahun	d_{max}
2010	59,599
2011	83,444
2012	36,941
2013	82,371
2014	51,297
2015	58,000
2016	72,000
2017	67,667
2018	56,667
2019	68,667

Curah Hujan Rancangan

Pada perhitungan didapatkan $C_s = -0,316$ dan $C_k = 3,986$ maka perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode *Gumbel Type I*. Dengan kala ulang 5 tahun, maka:

$$d_{\text{rancangan}} = d + (Y_t - Y_n) \frac{S}{S_n}$$

$$d_{\text{rancangan}} = 63,665 + (1,500 - 0,4952) \frac{14,206}{0,9496}$$

$$= 78,696 \text{ mm/hari}$$

Uji Kesesuaian Distribusi

Tabel 5. Uji Simpangan Horizontal Metode *Smirnov-Kolmogorov*

X_{empiris}	P_{empiris}	$100 - P$	TR (Tahun)	P_{teoritis}	$ \Delta P $
83,444	9,091	86,000	11,000	14,000	4,909%
82,371	18,182	84,000	5,500	16,000	2,182%
72,000	27,273	70,000	3,667	30,000	2,727%
68,667	36,364	65,000	2,750	35,000	1,364%
67,667	45,455	62,000	2,200	38,000	7,455%
59,599	54,545	45,000	1,833	55,000	0,455%
58,000	63,636	40,000	1,571	60,000	3,636%
56,667	72,727	36,000	1,375	64,000	8,727%
51,297	81,818	22,000	1,222	78,000	3,818%
36,941	90,909	4,000	1,100	96,000	5,091%
		Max			8,727%

Dengan nilai $N = 10$ dan $\alpha = 5\%$ maka didapat nilai $D_0 = 41\%$. Hasil perhitungan dapat disimpulkan $8,727\% < 41\%$. Karena $\Delta P < D_0$, maka distribusi metode *Gumbel Type I* dapat diterima.

Tabel 6. Uji Simpangan Vertikal Metode *Chi-Square*

X_{empiris}	P_{empiris}	X_{teoritis}	$X^2 \text{ Hit}$
83,444	9,091	82,000	0,025
82,371	18,182	80,200	0,059
72,000	27,273	73,000	0,014
68,667	36,364	71,000	0,077
67,667	45,455	70,000	0,078
59,599	54,545	67,000	0,818
58,000	63,636	65,900	0,947
56,667	72,727	65,000	1,068
51,297	81,818	62,000	1,848
36,941	90,909	57,800	7,528
Jumlah		12,461	

Dengan α sebesar 5% maka nilai X^2 Tabel yaitu 14.067. Karena nilai $X^2 \text{ Hit} < X^2 \text{ Tabel}$ ($12,461 < 14,067$) maka distribusi metode *Gumbel Type I* dapat diterima.

Intensitas Curah Hujan

Diketahui panjang lintasan aliran permukaan (L_0) dari gambar topografi untuk jalan 2,5 m dan pemukiman 53,786

m. Koefisien hambatan karena kekasaran permukaan daerah pengaliran (nd) yaitu 0,013 untuk lapisan semen, aspal, dan beton. Kemiringan jalan umumnya dipakai 0,02. Sedangkan pemukiman memiliki kemiringan 0,004. Dengan panjang saluran 100 meter, maka hasil perhitungan waktu konsentrasi dan intensitas hujan:

Tabel 7. Hasil Perhitungan t_0 , t_d , t_c , dan Intensitas

Perhitungan	Jalan	Pemukiman
t_0 (menit)	0,891	1,713
t_d (menit)	1,111	1,111
t_c (jam)	0,033	0,047
I (mm/jam)	263,186	209,299

Debit Banjir Rancangan

Pada perhitungan debit banjir rancangan, metode yang digunakan adalah metode Rasional. Metode ini berlaku jika luas daerah aliran sungai kurang dari 300 ha. Diambil contoh perhitungan pada saluran STA 0+200 s/d 0+300 sebelah kiri. Luas daerah pengaliran (A) jalan 250 m² dan pemukiman 5378,600 m². Koefisien pengaliran (C) untuk jalan sebesar 0,8 (perkerasan aspal dan beton) dan pemukiman sebesar 0,4 (perkampungan). Maka debit air hujan pada saluran:

$$Q_{\text{jalan}} = 0,2778 \times C \times I \times A$$

$$= (0,8) \times (263,186 \text{ m/detik}) \times (250 \text{ m}^2) :$$

$$(1000) : (3600)$$

$$= 0,015 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{pemukiman}} = 0,2778 \times C \times I \times A$$

$$= (0,4) (209,299 \text{ m/detik}) \times (5378,600 \text{ m}^2) :$$

$$(1000) : (3600)$$

$$= 0,125 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan Debit Air Kotor

Jumlah penghuni tiap keluarga diasumsikan 4 orang. Jumlah pemukiman 12 unit rumah. Daerah permukiman dengan rumah tunggal tipe tertentu dengan keluarga tunggal.

$$\text{Debit air buangan per orang} = 300 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 0,3 \text{ m}^3/\text{orang/hari}$$

$$= 0,00000347 \text{ m}^3/\text{orang/detik}$$

$$\text{Jumlah penduduk} = \text{jumlah pemukiman} \times \text{penghuni}$$

$$= 12 \text{ rumah} \times 4 \text{ orang}$$

$$= 48 \text{ orang}$$

$$Q \text{ air kotor} = \text{jumlah penduduk} \times Q \text{ air limbah}$$

$$= 80 \times 0,00000347 \text{ m}^3/\text{orang/detik}$$

$$= 0,000278 \text{ m}^3/\text{orang/detik}$$

Sumur Resapan

Dari data yang didapatkan diketahui bahwa jenis tanah lempung dengan koefisien permeabilitas (K) = 0,0005

m/detik. Perhitungan sumur resapan dengan penampang lingkaran mempunyai diameter (L) = 1 m dan ketinggian (H) = 2 m. Metode yang digunakan untuk menghitung sumur resapan sebagai berikut:

$$Q_0 = \frac{2\pi LKH}{\ln\left(\frac{L}{R} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{R}\right)^2}\right)}$$

$$Q_0 = \frac{2 \times \pi \times 1 \times 0,0005 \times 2}{\ln\left(\frac{1}{0,5} + \sqrt{1 + \left(\frac{1}{0,5}\right)^2}\right)}$$

$$Q_0 = 0,0043523 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan $Q_{\text{sumur resapan}}$ STA 0+200 s/d 0+300 sebelah kiri direncanakan berjumlah 4 buah sumur resapan

$$Q_0 = 4 \times 0,0043523 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_0 = 0,0174093 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dimensi Saluran Eksisting

Dimensi eksisting didapat lebar saluran (b) 0,50 meter dan kedalaman saluran (h) 0,40 meter. Luas penampang saluran (A) = 0,200 m²; keliling basah (P) = 1,300 m; radius hidrolis saluran (R) = 0,154 m. Kecepatan aliran dengan bahan batu kali harus memenuhi kecepatan ijin antara 0,3 m/detik sampai 2 m/detik. Dengan (v) = 0,856 m/detik maka kecepatan memenuhi syarat. Untuk kontrol aliran pada saluran juga ditentukan dengan bilangan Froude < 1. Dengan Fr = 0,1729 maka aliran dalam saluran memenuhi. Debit hitungan harus lebih besar dari debit rencana. Dengan debit rencana sebesar 0,481 m³/detik dan debit hitung sebesar 0,171 m³/detik, maka debit hitungan tidak memenuhi.

Dimensi pada saluran 3 tidak dapat menampung debit rencana. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang pada dimensi saluran dengan cara coba-coba.

Perencanaan Ulang Saluran

Perencanaan redesain dimensi saluran eksisting 3 STA 0+200 s/d 0+300 sebelah kiri menggunakan jenis bahan beton *precast* berbentuk persegi *u-ditch* sebagai berikut:

$$Q_{\text{rencana}} = 0,481 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Elevasi awal tanah asli} = 17,060 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi akhir tanah asli} = 16,680 \text{ m}$$

$$S_{\text{rencana}} = \frac{17,060 - 16,680}{100} = 0,002$$

$$\text{Bentuk saluran} = \text{Persegi}$$

$$\text{Bahan saluran} = \text{Beton (n = 0,015)}$$

$$\text{Lebar saluran} = 0,80 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi saluran} = 0,60 \text{ m}$$

$$A = 0,80 \times 0,60$$

$$= 0,480 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{1}{0,015} \times 0,240^{2/3} \times 0,002^{1/2}$$

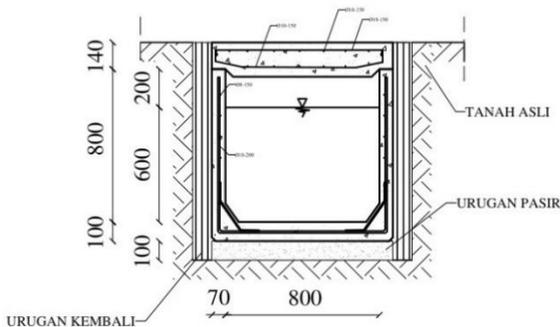
$$= 1,151 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Q_{hitung} = 1,151 \text{ m}^2/\text{s} \times 0,480 \text{ m}^2 = 0,553 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Fr = \frac{1,151}{\sqrt{9,81 \times 0,60}} = 0,285$$

Tinggi jagaan = 0,200 m
 Lebar saluran rencana = 0,60 m
 Tinggi saluran rencana = 0,60 m + 0,200 m = 0,80 m

Kecepatan aliran dalam saluran (v) 1,151 m/s. Kecepatan aliran dengan bahan beton harus memenuhi kecepatan ijin antara 0,3 m/s dan 2 m/s. Untuk kontrol aliran pada saluran juga ditentukan dengan bilangan Froude < 1. Nilai Fr didapat sebesar 0,285, maka Fr memenuhi syarat.



Gambar 3. Potongan Melintang Saluran

Inlet

Inlet yang digunakan dalam perencanaan ini yaitu gutter inlet. Jika Kemiringan jalan (s) = 0,02, $Q_{jalan} = 0,01462 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan ukuran inlet 20 x 30 cm sebagai berikut:

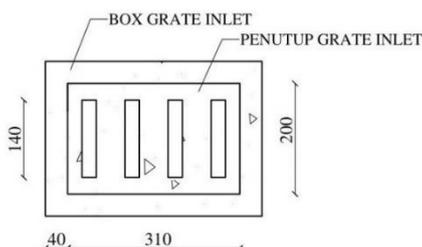
$$Q_g = Q_{jalan} = 0,01462 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$A_g = \frac{Q_g}{0,67 [(2 \times g) \times S_x \times T]^{0,5}} = \frac{0,01462}{0,67 \times [(2 \times 9,8) \times 0,02 \times 0,05]^{0,5}} = 0,15588 \text{ m}^2 = 1558,790 \text{ cm}^2$$

$$B = 20 \text{ cm}$$

$$L = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah inlet} = \frac{A_g}{B \times L} = \frac{1558,790}{20 \times 30} = 2,598 \approx 3 \text{ buah}$$



Gambar 4. Detail Inlet

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Perencanaan Ulang Sistem Drainase Di Kawasan Jalan Raya Benjeng – Jalan Raya Kedung Rukem Kabupaten Gresik, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Sebagian besar ruas jalan belum memiliki drainase. Sedangkan kondisi saluran eksisting cukup memprihatinkan. Saluran tidak mampu menampung debit yang direncanakan sehingga diperlukan perencanaan ulang drainase.
- Debit limpasan didapat dari jalan, permukiman, dan debit air kotor dengan kala ulang 5 tahun, besaran debit pada saluran bervariasi mulai dari 0,0752 m³/detik sampai 2,5045 m³/detik
- Saluran direncanakan menggunakan bahan u-ditch beton. Dimensi saluran yang dibutuhkan bervariasi. Hasil perhitungan u-ditch beton didapat dimensi terkecil 0,6 meter x 0,8 meter dan dimensi terbesar 1,2 meter x 1,2 meter
- Perencanaan saluran drainase berwawasan lingkungan berupa sumur resapan, menggunakan buis beton berdiameter 1 m dan kedalaman 2 meter dengan jumlah 164 buah
- Total biaya yang diperlukan dalam perencanaan saluran drainase sebesar Rp18.788.579.985,46 dan pelaksanaan pembangunan saluran direncanakan memakan waktu selama 149 hari

DAFTAR PUSTAKA

- H. Hasmar, *Drainasi Terapan*. Yogyakarta: UII Press, 2012.
- Kamiana, I Made, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2011.
- M. B. Fahmi, E. Noerhayati, A. Rachmawati, "Model Sumur Resapan dengan Peresapan Dasar Rata di Desa Sukolilo Kecamatan Jabung – Kabupaten Malang," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Malang*, vol 6, no. 1, p. 38, Feb. 2018.
- Moduto, *Drainase Perkotaan Volume I*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1998.
- Soemarto, C. D., *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI, 2004.
- Wesli, *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.